



MONOGRÀFIC

Els secrets del cervell

Una visió evolutiva de la neurociència

👤 Ester Desfilis i Loreta Medina

📅 13/06/2016

Comprendre el cervell és un dels grans reptes de la ciència i una aspiració fonamental de l'ésser humà. Què fa que aquest òrgan, de poc més d'un quilo de teixit gras, siga tan especial? La resposta és clara: al cervell és on s'originen els nostres pensaments i emocions, es genera la nostra conducta i resideix la nostra memòria, és a dir, on habita la nostra identitat. El cervell no és quelcom que puga ser reemplaçat (com els ronyons, el fetge o el cor), el teu cervell ets tu. L'avenç de les neurociències és espectacular i cada vegada sabem més sobre l'organització i el funcionament del cervell, però una cosa és conèixer i una altra de molt diferent comprendre, com subratlla el professor Rudolf Nieuwenhuys en l'entrevista que acompanya aquest monogràfic. Per comprendre com s'han generat els seus milers de milions de neurones i els seus bilions de connexions, quins són els seus principis d'organització funcional, i com i per què és tan diferent en distints animals, és essencial entendre el seu origen, els mecanismes que guien la seua construcció, en definitiva, el seu desenvolupament i evolució. Aquests dos processos no són independents, sinó que estan estretament relacionats: els canvis evolutius en el cervell són resultat de modificacions que ocorren durant el desenvolupament com a conseqüència, en molts casos, de canvis en l'expressió de gens mestres que guien la seua construcció. Els articles d'aquest monogràfic aborden distints aspectes del desenvolupament i evolució del cervell, que van des de la reflexió sobre les aportacions a la neurobiologia de l'evo-devo (biologia evolutiva del desenvolupament), la rellevància dels gens arquitectes del cervell i d'altres implicats en el llenguatge i plasticitat cerebral, la contribució d'aquesta a l'evolució de la nostra espècie i, per a acabar, la cognició corpòria i la seua importància per a comprendre l'evolució del llenguatge. En definitiva, perspectives

complementàries que ens descobreixen els secrets del cervell i il·luminen el camí cap a la compressió de la ment.

© Mètode 2016 - 89. Els secrets del cervell - Primavera 2016

Ester Desfilis

Professora Serra Húnter del departament de Medicina Experimental. Universitat de Lleida.

Loreta Medina

Catedràtica Serra Húnter del departament de Medicina Experimental de la Universitat de Lleida.

Mètode

Els secrets del cervell

Una visió evolutiva de la neurociència

EDITORIAL

Editorial núm. 89

Martí Domínguez

OPINIÓ

Fer visible la Universitat

Esteban Morcillo

Jocelyn Bell: Dels senyals dels estels a la discriminació de gènere

Pascuala García-Martínez

ARTICLE

Estèvia, la panacea dolça?

Col·lectiu «Estèvia, naturalment»

Al foc amb la ciència!

Jesús I. Català Gorgues i Marcos Morales Peláez

El repte de la recerca clínica

Xavier Bonfill i Cosp

ENTREVISTA

Entrevista a Jocelyn Bell

Anna Mateu

Entrevista a Carlo Rovelli

Roger Corcho

MONOGRÀFIC

Els secrets del cervell

Ester Desfilis i Loreta Medina

Construint cervells capaços d'evolucionar

Georg F. Striedter

Gens arquitectes del cervell

José Luis Ferran

De la metàfora a l'acció

Pilar Casado

Entrevista a Rudolf Nieuwenhuys

Ester Desfilis i Loreta Medina

L'evolució del cervell humà

Aida Gómez-Robles i Chet C. Sherwood

Pròxima parada: Llenguatge

Adriana Schatton i Constance Scharff

METODART

Lidó Rico: Genoarquitectures, defecte i posthumanisme

Jesús Segura

LLIBRES

«Els nostres veïns submarins», de Laia Fontana i Joan J. Soto

Cristina Vilanova

«Guia de camp de la flora de la serra de Vandellòs, la vall de Llors i l'Hospitalet de l'

García i Roberto Bueno

Albert Masó

«Els noms dels éssers naturals», de Josep E. Oltra i Benavent, J. Daniel Durà i Colom

Ferrús

Simón Fos Martín

«Eivissa i Formentera. Sargatanes i illes», d'Antònia Maria Cirer i Jordi Serapio

Anna Traveset

«The Martian», d'Andy Weir

Javier Alabau Gonzalvo

ELS GÈNERES DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

Ressenyes

Jesús Purroy

JO I ALTRES ANIMALS

Missió impossible: reunir tots els ocells del món

Albert Masó

SOCIOFOLCOLOGIA

Piroclast

Ramon Folch

HISTÒRIES DE CIÈNCIA

Moviment i canvi en la natura

Josep Lluís Barona

CAN MICROBI

Microbis canalles per a la canalla

Carles Puche, Ricard Guerrero i Mercè Berlanga

DESVELANT L'UNIVERS

I cent anys després es van detectar

Vicent J. Martínez

LA CIÈNCIA A TAULA

Més rigorosos, més seriosos, més filosòfics...

Fernando Sapiña

JARDÍ ANIMAT

Re... cicla i reutilitza, per a reduir

Gabinet de Didàctica del Jardí Botànic

NAU ESPACIAL 'MÈTODE'

Flatulències interplanetàries

Fernando Ballesteros

EL LLADRE DE CERVELLS

Ciència dirigida per curiositat o per objectius

Pere Estupinyà

NATURAL-MENT

Afanya't lentament

Manuel Sarmiento

MÈTODE WAGENSBERG

Festejos vergonyants

Jorge Wagensberg



Els secrets del cervell

Una visió evolutiva de la neurociència

Mètode 89. Primavera 2016. 120 pàgines. PVP: 10 €

TOTS ELS NÚMEROS

COMPTE MÈTODE

Mètode

ENTREVISTA MONOGRÀFIC

Entrevista a Rudolf Nieuwenhuys

«La ciència és tremendament susceptible a la moda»

Professor emèrit de neuroanatomia de l'Institut Holandès de Neurociència

👤 Ester Desfilis i Loreta Medina

📅 13/06/2016



Foto: Suzanne Bakker

Rudolf Nieuwenhuys és una eminència mundial en el camp de la neuroanatomia. A pesar d'haver estudiat medicina, la seua visió no és en absolut antropocèntrica i sempre s'ha sentit fascinat per la gran diversitat de formes que presenta el cervell de distints animals. Va ser pioner a incorporar l'estudi del desenvolupament

embrionari com a element fonamental per a entendre l'estructura i l'evolució del

<https://metode.cat/revistes-metode/monografics/rudolf-nieuwenhuys.html>

emborronari com a element fonamental per a entendre l'estructura i l'evolució del cervell. Es considera un privilegiat per poder continuar treballant als seus 88 anys. La seua insaciable curiositat no s'ha vist minvada amb l'edat i té la ment oberta a noves idees, encara que impliquen replantejar dogmes arrelats. A més, no li espanta assumir nous reptes i continua emocionant-se amb cada nou descobriment.

«Em vaig adonar que tots els cervells compartien un pla estructural bàsic. Aquest va ser el començament del meu interès en la investigació en neuroanatomia comparada»

És dissabte al matí i el professor Rudolf Nieuwenhuys ens ha citat a les 10 a sa casa d'Abcoude, una petita ciutat prop d'Amsterdam. Ha eixit un dia fred i plujós, típic de finals de gener en aquestes latituds. Anem caminant vora els canals, seguint el mapa que hàbilment va dibuixar Suzanne Bakker, la seua parella, quan ambdós ens van arreplegar a l'aeroport la nit anterior. Arribem a la casa situada en una zona residencial molt tranquil·la. Ens rep Suzanne, que ens acompanya a una estança enorme, molt lluminosa, en la qual es troba el saló, la biblio-teca, el menjador i la cuina. A pesar de les dimensions, l'habitació és molt acollidora i està decorada amb un gust exquisit. En les parets, destaquen les fotografies de distintes catedrals, moltes preses des del cel. Més tard, el professor ens explicarà la seua fascinació per aquests temples i els seus viatges per distintes ciutats europees per fotografiar-los des de diversos angles, incloent-hi des de l'aire gràcies a Suzanne, que és una magnífica pilot d'avionetes (ara s'entén el sorprenent grau de detall i precisió del mapa que ens va dibuixar). Abans de l'entrevista i després d'assegurar-se que Suzanne no és a prop, ens explica amb orgull com és d'extraordinària, com es complementen de bé intel·lectualment i la sort que té de comptar amb el seu suport moral i pràctic per a portar avant els seus projectes. El professor ens rep vora una enorme taula repleta de llibres i papers que utilitzarà per a il·lustrar les seues explicacions. Ha preparat primmiradament l'entrevista, amb el nivell de detall i perfecció que amara tot el seu treball. Al llarg de més de dues hores ens parlarà de la seua vida, que és part de la història de la neurociència, i dels seus projectes presents i futurs. **Per**



començar, com es va interessar per la investigació i, especialment, per la



Foto: Ester Desfilis

especialment, per la

neuroanatomia comparada?

Vaig estudiar medicina just després de la Segona Guerra Mundial.

Durant la guerra i l'ocupació alemanya, moltes universitats holandeses van tancar, i això va ocasionar una enorme aflluència d'estudiants a la universitat després de la guerra. A causa de la limitada

capacitat dels centres hospitalaris per a acollir estudiants, calia esperar al voltant d'un any entre el final de la formació teòrica i l'inici de les pràctiques clíniques. En aquell moment, vaig decidir explorar l'Institut Central per a Investigació del Cervell [d'Amsterdam]. Hi passava per davant cada dia camí del departament d'Anatomia, però la porta sempre era tancada i tenia un aire misteriós. Un dia vaig decidir cridar i va passar que només hi havia dues persones treballant, un tècnic i un administratiu. El director del centre havia estat el mundialment conegut professor C. U. Ariëns Kappers, que havia mort sis anys abans, el 1946. Després de la seua mort, l'Institut va quedar en un estat de letargia. Els dos «supervivents» van ser extremadament amables i em van mostrar l'Institut, incloent-hi la immensa col·lecció de cervells i la biblioteca del professor, de qui em van parlar amb el màxim respecte. Em vaig quedar profundament impressionat. Com a estudiant de medicina, en aquell moment estava més o menys familiaritzat amb el cervell humà, però llavors vaig tenir l'oportunitat d'observar el de tota mena de vertebrats. Gradualment em vaig adonar que tots aquells cervells, per diferents que foren en grandària i forma, compartien un pla estructural bàsic. Aquell va ser el començament del meu interès en la investigació en neuroanatomia comparada.

Actualment no és comú trobar metges amb un interès i un coneixement tan ampli sobre evolució del cervell. Quins van ser els seus primers passos en aquest camp?

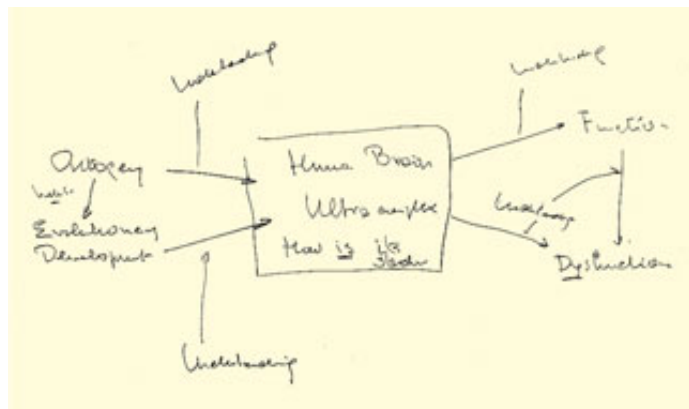
Quan vaig acabar els estudis de medicina, vaig aconseguir un contracte en l'Institut i vaig començar a treballar en la tesi doctoral. El fisiòleg Jaap Segaar estava estudiant el substrat neural del comportament reproductor de l'espínol de tres puntes, un petit peix teleosti. El mascle d'aquesta espècie té un comportament reproductor molt interessant: construeix un niu on la femella diposita els ous que ell fertilitza i després de fer-lo cuida i defensa el niu. Segaar va descobrir que quan

En l'embrió, després de la remoció del telencèfal, el peix comença a construir el niu cavant un clot, però no sap com continuar. Com a fisiòleg, Segaar no coneixia l'estructura microscòpica del cervell i em va demanar ajuda. Aquest es va convertir en el tema de la meua tesi doctoral. Vaig descobrir que el desenvolupament del prosencèfal (cervell anterior) de l'espinós i altres peixos teleostis és molt diferent del de la resta de vertebrats i aquesta diferència afecta considerablement la interpretació de la seua organització. A més d'estudiar medicina, vaig seguir uns quants cursos de zoologia. Aquest doble interès, com a metge i com a biòleg, m'ha acompanyat al llarg de tota la meua carrera; unes vegades em centre completament en un problema biològic i d'altres en un de mèdic. Per això m'autodenomine *bicomponential* [un terme inventat per ell].

«El doble interès, com a metge i com a biòleg, m'ha acompanyat al llarg de tota la meua carrera»

Què li diria a un jove estudiant interessat en els estudis comparats?

Quan em vaig iniciar en la neuroanatomia comparada, molta gent em va dir pretenent donar-me un bon consell: «Però Rudolf, què estàs fent? Tens una esposa i dues xiquetes menudes. Has de pensar en el teu futur i el que fas és una bogeria. La neuroanatomia comparada no té futur, perquè ja està tot fet i tot sabut.» Tres anys després, vaig fer una estada d'un any com a *postdoc* als EUA. Tan sols havia fet la tesi doctoral i vaig anar al congrés de la Societat Americana d'Anatomia; allí set directors de departament em van oferir feina, però vaig decidir tornar a Holanda. En aquell moment, els estudis comparats eren un *boom* als EUA. La ciència és tremendament susceptible a la moda. En un moment donat, una disciplina és moda i més tard deixa de ser-ho i ningú pot dir amb certesa per què. Per tant, és molt difícil aconsellar els joves que facen una cosa o una altra. El meu consell és: fes el que t'agrada i espera el millor. **Vostè va escriure un llibre de**



text de neuroanatomia humana¹ que s'ha convertit en una referència imprescindible en les facultats de medicina d'arreu el món (s'ha traduït fins i tot al xinès i al japonès). Una cosa que fa a aquest llibre especial és que inclou nombroses dades

Figura 1. Esquema realitzat a mà pel professor

Nieuwenhuys durant l'entrevista, on mostra que per entendre el cervell humà és important conèixer el seu desenvolupament i evolució, així com la seua funció i disfunció.

d'investigació del cervell de diferents animals, incloent-n'hi de no mamífers. Què aporten els estudis comparats a la comprensió del cervell humà?

Explicar neuroanatomia humana o escriure un llibre sobre el tema per a metges és sempre un compromís. El cervell humà és tan ultracomplex que és indispensable disposar de figures d'alta qualitat, per això apareix l'artista Christiaan van Huijzen com a coautor del llibre. El cervell és el producte de dos processos altament interrelacionats: ontogènia i evolució. El coneixement d'aquests processos i la seua interdependència és *conditio sine qua non* per a la comprensió del cervell humà, però el temps en les classes o l'espai en els llibres per a tractar aquests temes és limitat. He ensenyat neuroanatomia humana durant 25 anys i fins al final de la meua carrera he bregat amb el problema d'explicar el cervell de manera que els estudiants no es limiten a memoritzar. Pots saber que això està ací i allò està allà, però «entendre» és extremadament difícil. Les classes i llibres sobre la matèria també han d'incloure el significat funcional i les implicacions clíniques de les estructures descrites. Per tant, aquest és el dilema, explicar com és el cervell, incloure informació suficient sobre aspectes funcionals i clínics i, a més, donar una idea de la seua ontogènesi i evolució. [Mentre contesta la pregunta, dibuixa un diagrama explicant aquestes idees, reproduït en la figura 1.]

«El cervell és el producte de dos processos altament interrelacionats: ontogènia i evolució»

El departament que va dirigir durant més de vint anys² es va convertir en un centre de referència mundial en estudis de neuroanatomia comparada. Aquesta tradició va començar a decaure cap a final del segle passat. Com explica aquest declivi?

Em van oferir un lloc en el departament d'Anatomia de la Facultat de Medicina de la Universitat de Nimega perquè necessitaven una persona que fóra capaç de desenvolupar la investigació. En aquell moment jo havia realitzat una gran quantitat d'estudis comparats, la qual cosa no era sorprenent tenint en compte que treballava en un institut pur d'investigació i hi dedicava el 95 % del meu temps. I així m'hi vaig incorporar i a poc a poc l'escola de neuroanatomia comparada de

Nimega va començar a assolir fama. Vaig arribar a tenir més de trenta estudiants graduats realitzant la tesi doctoral sota la meua direcció; però odiava assistir a les reunions i juntes de facultat i el meu tècnic senior, que era molt millor que jo en això, em va dir al final de la meua carrera: «Ets molt bon científic però mal polític i, ara no s'atreveixen, però veuràs com quan et retires el departament d'Anatomia serà assetjat i acabaran escanyant-lo». I això va ser exactament el que va succeir. En el moment de la meua jubilació hi havia 54 persones treballant-hi i, en uns pocs anys, el personal es va reduir a dotze, i desgraciadament això va ser la fi de l'escola

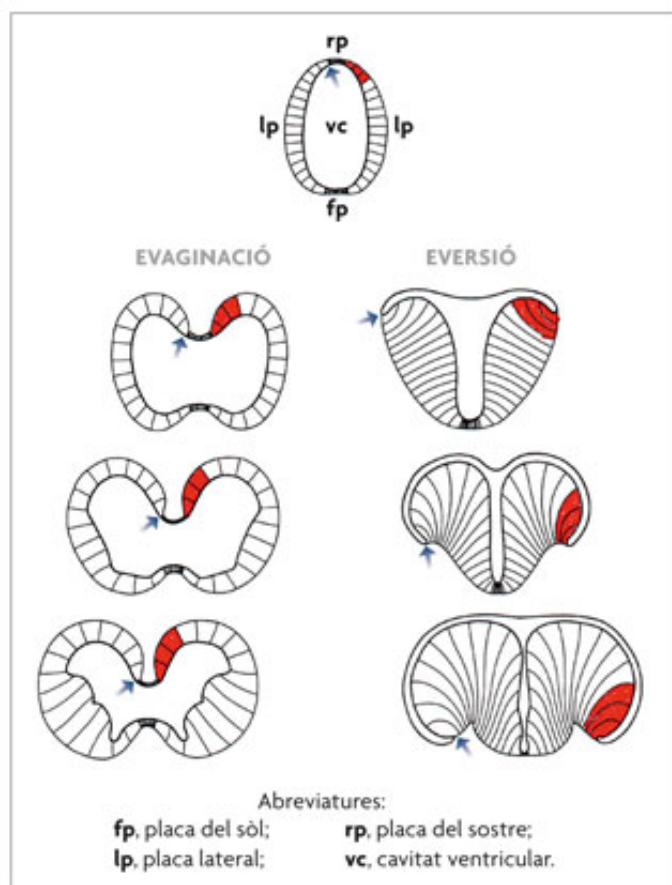


Figura 2. Esquema del desenvolupament del cervell anterior (en particular, el telencèfal) a partir del tub neural per a mostrar el concepte de topologia. Durant la morfogènesi, el telencèfal pot créixer seguint dos processos diferents: evaginació (ocorre en la major part dels vertebrats) o eversió (ocorre en els peixos teleostis). Com a conseqüència, la mateixa subdivisió del cervell (com l'assenyalada en roig) pot acabar ocupant posicions topogràfiques diferents (cap endins o cap enfora), però la seua posició topològica és idèntica (en l'exemple, l'estructura en roig està situada

comparada de Nimega. **Vostè va introduir per primera vegada el concepte de topologia (del camp de les matemàtiques) per a estudiar i comparar el cervell de diferents vertebrats. Aquest concepte s'ha convertit en una noció fonamental en els estudis del desenvolupament i l'evolució del cervell. Com explicaria aquest concepte?**

No és fàcil. Té a veure amb transformacions. La topologia és una branca de les matemàtiques que estudia les característiques de les figures que romanen inalterades quan les deforms en qualsevol direcció. Jo vaig aplicar-ne els principis elementals a la neuromorfologia. Puc explicar-ho amb un exemple, el desenvolupament del cervell, que es mostra en aquesta figura [el professor continua l'explicació referint-se a la figura 2]. Durant el desenvolupament primerenc, tot el cervell té la forma d'un tub simple.

vora la placa del sostre, assenyalat amb una fletxa).

En la figura es mostra una secció transversal d'aquest tub. El tub té

parets laterals primes, anomenades plaques laterals, que en la part superior estan connectades per una cinta prima, la placa del sostre. Les línies d'unió entre les plaques laterals i la del sostre es coneixen com a tènies [assenyalades en la figura amb fletxes]. Durant el desenvolupament, poden produir-se dos fenòmens morfogènètics diferents: evaginació i eversió. Durant l'evaginació, les plaques laterals creixen cap enfora voltant les cavitats ventriculars. La placa del sostre continua estreta. Els prosencèfals adults de quasi tots els grups de vertebrats són producte d'aquest procés d'evaginació. L'eversió, d'altra banda, està confinada als peixos teleostis. Durant aquest procés, les plaques laterals es corben cap als costats, amb el consegüent allargament de la placa del sostre, com s'observa en la figura. Finalment, aquesta última estructura es transforma en una fina membrana que cobreix gran part del prosencèfal d'aquests peixos. Diem que les àrees cerebrals situades vora les tènies (que donen lloc a l'hipocamp en molts vertebrats, mostrades en roig en la figura) ocupen en els cervells adults evaginats i evertits posicions topogràfiques completament diferents, però posicions topològiques equivalents. La norma general és que la comparació entre estructures del cervell de diferents animals no pot estar basada en la seua posició topogràfica, sinó en la topològica. Hi ha hagut molta confusió en neuroanatomia comparada per no haver seguit aquesta regla.

«L'actual neurobiologia molecular del desenvolupament ha mostrat moltes equivalències profundes i reals que no es van poder detectar amb les tècniques clàssiques»

El 1998 va publicar, juntament amb Ten Donkelaar i Nicholson, una gran obra de tres volums titulada *The central nervous system of vertebrates*. Què el va portar a desenvolupar aquest projecte tan ambiciós?

Quan vaig començar en el camp de la neuroanatomia comparada, l'única obra de referència era el treball d'Ariëns Kappers, Huber i Crosby, publicat el 1936. Aquest treball no sols estava antiquat, sinó que tenia importants llacunes. La idea d'una obra de referència actualitzada i millorada va sorgir gradualment durant la meua càtedra en la Universitat de Nimega. Vaig escriure un projecte del llibre amb què els meus col·laboradors van estar d'acord, que proposava que tots els capítols

sobre el cervell de diferents grups de vertebrats devien de seguir el mateix esquema, tant pel que fa al text com a les il·lustracions, havia d'incorporar el desenvolupament per a comprendre el cervell adult i la comparació entre espècies havia de basar-se en la topologia. Per últim, havien d'incloure's totes les dades publicades fins a la data. Durant la segona meitat del segle xx, es van desenvolupar tècniques que feien possible l'estudi de les connexions axonals i tothom estava estudiant la connectivitat cerebral en tot tipus de vertebrats. Això ens mostra fins a quin punt les tècniques arriben a dominar completament una disciplina. La nova obra cobria tots aquests avenços. A més, vull destacar que en aquells dies la Facultat de Medicina disposava d'un departament d'il·lustració, en el qual treballaven deu artistes molt competents, i vaig poder beneficiar-me del seu



Foto: Ester Desfilis

treball. **Amb el boom de la genètica molecular i l'ús dels patrons d'expressió de gens reguladors del desenvolupament per a estudiar el cervell, alguns investigadors estan usant aquestes dades per a defensar homologies, de vegades com a únic criteri. Quin pensa que ha de ser el paper de la topologia per a interpretar aquestes**

dades?

Les relacions topològiques tenen encara una importància vital per a establir homologies; no obstant això, l'aproximació molecular moderna pot ajudar-nos a descobrir relacions que no ens semblaven evidents prèviament. Quan vaig escriure el llibre el 1998, l'aproximació molecular estava en els seus inicis. Ningú imaginava en aquell moment l'enorme creixement que experimentaria la neuromorfologia molecular del desenvolupament. Quinze anys més tard em van invitar a fer una sèrie de conferències sobre aquesta temàtica a Leipzig (Alemanya), arran de les quals s'acaba de publicar el llibre *Towards a new neuromorphology*, que he escrit en col·laboració amb Luis Puelles, neurocientífic de la Universitat de Múrcia. En aquest llibre es resumeixen els nous avanços d'aquesta disciplina. La nostra conclusió és que l'estudi de la localització dels productes de gens reguladors del desenvolupament (genoarquitectura) és molt

útil per a detectar relacions topològiques que no són òbvies. **La comparació de l'expressió i funció d'aquests gens entre vertebrats i invertebrats ha portat alguns autors a proposar el concepte d'homologia profunda, per exemple per a comparar els ulls de vertebrats i invertebrats. Què pensa d'aquest concepte?**

No sóc un especialista en genòmica i, per tant, la meua resposta només pot ser limitada. L'actual neurobiologia molecular del desenvolupament ha mostrat moltes equivalències profundes i reals que no es van poder detectar amb les tècniques clàssiques. Crec que aquestes homologies profundes existeixen i que això obre una via per a comparar entre vertebrats i invertebrats d'una manera que era impossible anteriorment. Basant-se en les dades moleculars, alguns investigadors fan comparacions entre els centres cognitius superiors del cervell d'insectes, anomenats cossos pedunculats [*mushroom bodies*, en anglès] i l'escorça cerebral. Això és fascinant, encara que no sóc capaç de jutjar si aquestes



Figura 3. El professor Nieuwenhuys compara el mapa de Brodmann amb el publicat per ell recentment, basat en mieloarquitectura i que pot servir per a interpretar dades de neuroimatge. / Foto: Ester Desfilis

comparacions són o no correctes.

En quins altres projectes treballa actualment?

La ciència no segueix el mateix camí durant molt de temps. A vegades, de manera inesperada, et trobes amb nous problemes i això em va ocórrer fa un parell d'anys, quan em vaig involucrar en una nova branca de la neurociència, la neuroimatge. Quan van començar aquestes tècniques, van aparèixer titulars en periòdics i fins i tot en revistes científiques que deien:

«Ara podem observar el cervell viu i

podem veure i estudiar la ment.» Jo també estava impressionat, però em vaig adonar des del començament que quan demanes a una persona que faça alguna cosa, per exemple pensar en la seua sogra o resoldre una equació, i observes l'activitat en el cervell, això no és encara ciència. Es converteix en ciència, i només en el començament de la ciència, si pots dir on es localitza l'activitat, per a la qual cosa s'ha utilitzat el millor mapa que existeix de l'escorça cerebral, el de

Brodmann³. L'activitat cerebral es transfereix a aquest mapa i aquesta és la manera de relacionar estructura i funció cortical. La tècnica d'imatge per ressonància magnètica (IRM) permet obtenir informació estructural i funcional del mateix cervell, la qual cosa ha representat un progrés enorme. En aquestes imatges no es pot veure l'organització cel·lular (citoarquitectura), en què es basa el mapa de Brodmann, però sí que pots observar amb alta definició l'organització de les fibres de mielina, la denominada mieloarquitectura. Llavors em vaig adonar que feia falta un mapa basat en la mieloarquitectura, la qual cosa em va portar a revisar el treball de l'escola alemanya de Vogt i Vogt, en què Brodmann treballava quan va realitzar el seu famós mapa. El treball era molt valuós i hi havia prou material per a fer un mapa de l'escorça humana. Per tant, vaig formar un equip amb un expert en IRM i un altre en informàtica i al final vam obtenir un mapa estandarditzat de la mieloarquitectura de l'escorça cerebral humana que s'ha publicat enguany, en el qual es poden identificar 180 subdivisions [el professor ens mostra el nou mapa en la figura 3], i treballem en nous mapes basats en altres característiques. A més, forme part d'un grup internacional de sis persones anomenat *Bridging the Gap* ("bastint ponts"), que es reuneix quatre vegades l'any al voltant d'aquesta taula per a discutir sobre el problema de la relació entre estructura i funció en l'escorça cerebral humana. Ens queda la sensació d'haver estat amb una persona molt culta, absolutament entusiasmada pel coneixement, i amb una gran capacitat d'enllaçar idees i «bastir ponts» que generen noves perspectives en la comprensió del cervell humà.

1. Nieuwenhuys, R., Voogd, J., & van Huijzen, Ch. (2009). *El sistema nervioso central humano*. Madrid: Editorial Panamericana. [\(Tornar al text\)](#)

2. El 1968, es va incorporar a la Universitat de Nimega (Països Baixos), on va ocupar la Càtedra de Neuroanatomia Humana a la Facultat de Medicina i la de Neuroanatomia Comparada a la Facultat de Ciències Naturals. Es va retirar d'ambdues càtedres el 1992. [\(Tornar al text\)](#)

3. Publicat el 1909. [\(Tornar al text\)](#)

© Mètode 2016 - 89. Els secrets del cervell - Primavera 2016

POST TAGS: cervell neurociència Rudolf Nieuwenhuys

Ester Desfilis

Professora Serra Húnter del departament de Medicina Experimental. Universitat de Lleida.

Loreta Medina

Catedràtica Serra Húnter del departament de Medicina Experimental de la Universitat de Lleida.